

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-244505
(43)Date of publication of application : 02.09.1994

(51)Int.Cl. H01S 3/18
H01S 3/08
H01S 3/094
H01S 3/13

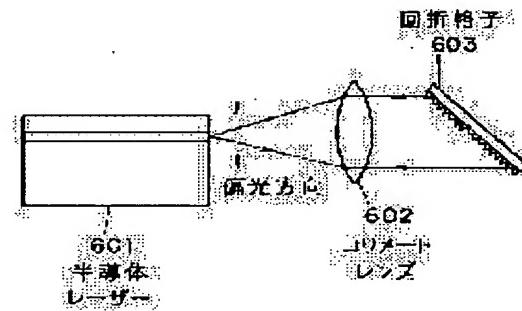
(21)Application number : 05-028746 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
(22)Date of filing : 18.02.1993 (72)Inventor : KITAOKA YASUO
YAMAMOTO KAZUHISA
MIZUUCHI KIMINORI
KATO MAKOTO

(54) LIGHT GENERATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To embody a small-sized, stable and highly efficient shorter-wavelength light source required for high-density recording of an optical disc, picture processing, etc., and a low-noise and stable light source demanded for measurement.

CONSTITUTION: In a constitution composed of a semiconductor laser 601, collimating lens 602 and diffraction grating 603, the longitudinal mode of the semiconductor laser is brought to a multiple state when the collimating lens is placed in a defocused state, and stable green or blue shorter wavelength laser light is made possible when the laser light is the excited light of a solid-state laser or polarization and inversion waveguide element. Also, the same effect can be realized when the period of the diffraction grating is divided or chirped.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.06.1998
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number] 3146717
[Date of registration] 12.01.2001
[Number of appeal against examiner's decision]

[Date of rejection].

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-244505

(43)公開日 平成6年(1994)9月2日

(51)Int.Cl.⁶H 01 S 3/18
3/08
3/094

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

8934-4M
8934-4MH 01 S 3/08
3/094Z
S

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平5-28746

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(22)出願日

平成5年(1993)2月18日

(72)発明者 北岡 康夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 山本 和久

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 水内 公典

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 小鍛治 明 (外2名)

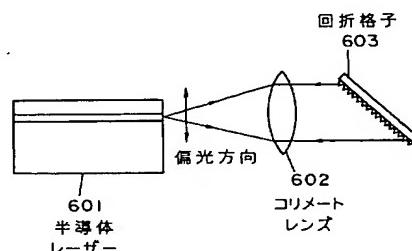
最終頁に続く

(54)【発明の名称】光発生装置

(57)【要約】

【目的】光ディスクの高密度記録や画像処理等で要求されている小型且つ安定で高効率な短波長光源や計測用として求められている低ノイズで安定な光源を実現する。

【構成】半導体レーザー601とコリメートレンズ602と回折格子603から成る構成において、コリメートレンズをデフォーカス状態にすることで半導体レーザーの縦モードをマルチ状態にし、固体レーザーや分極反転導波路素子の励起光とすることで、安定なグリーンやブルーの短波長レーザー光が可能となる。また、回折格子の周期を分割構造やチャーブ構造にすることでも、同じ効果が実現できる。



FP04-0159-00WD-HP
04.9.07
SEARCH REPORT

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザーとフィードバックをかけるための回折格子を備え、前記回折格子により半導体レーザーの活性層に光帰還させる光学系において、帰還する光が活性層端面でデフォーカス状態にあることを特徴とする光発生装置。

【請求項2】 半導体レーザーと前記半導体レーザーから出射される光をコリメートするレンズとフィードバックをかけるための回折格子を備え、前記回折格子により半導体レーザーの活性層に光帰還させる光学系において、前記コリメートレンズにより活性層に帰還する光が活性層端面でデフォーカス状態にあることを特徴とする光発生装置。

【請求項3】 半導体レーザーとフィードバックをかけるための回折格子を備え、前記回折格子により半導体レーザーの活性層に光帰還させる光学系において、前記回折格子のグレーティング周期が分割構造またはチャーブ構造をもつことを特徴とする光発生装置。

【請求項4】 半導体レーザーと前記半導体レーザーから出射される光をコリメートするレンズとフィードバックをかけるための回折格子を備え、前記回折格子により半導体レーザーの活性層に光帰還させる光学系において、前記回折格子のグレーティング周期が分割構造またはチャーブ構造をもつことを特徴とする光発生装置。

【請求項5】 半導体レーザーの後端面に高反射率のコーティングを施し、回折格子を半導体レーザーの前方に設置し、回折格子の0次回折光すなわち反射光をレーザー光として取り出すことを特徴とする請求項1から4いずれかに記載の光発生装置。

【請求項6】 半導体レーザーの後端面に無反射率のコーティングを施し、回折格子を半導体レーザーの後方に設置し、半導体レーザーの前端面からレーザー光を取り出すことを特徴とする請求項1から4いずれかに記載の光発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体レーザーの発振波長を回折格子により固定し、高密度光ディスクシステム等に使用する分極反転導波路や固体レーザーの励起光として用いて得られる安定光源に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 光ディスクやレーザープリンタ用の光源として可視光半導体レーザーの開発が進められている。可視光半導体レーザーとしては赤色GaAsレーザーや緑色、青色のZnSe、ZnSレーザーがある。半導体レーザーを光ディスク等の光源として用いる場合、再生時の出力と録音時の出力が異なるため注入電流値が変化せなければならぬ。このとき半導体レーザーの発振波長にシフトが起こる。現在使われている赤外半導体レーザーの波長領域では、レンズに使われている材料の波長分散が

小さいため波長シフトがあまり問題にならない。しかしながら、可視光領域においては、この波長シフトが致命的になる。レンズ材料の波長分散によりレンズが色収差を生じるからである。

【0003】 また、可視光半導体レーザーに代わって、半導体レーザーを励起光源として高効率波長変換によりグリーンやブルー光を得ることが、光ディスクの高密度記録や画像処理等で要求されている。ここで得られる出力光の横モードがガウシアンで回折限界近くまで集光でき、且つ出力が10mW程度で周波数的にも時間的にも安定であることが必要である。ここで短波長光源を得る方法として有望視されているものには、

(1) Nd:YAGやNd:YVO₄等の固体レーザーを半導体レーザーで励起し、KTP(KTiOPO₄)やKN(KNbO₃)等の非線形材料により波長変換する方法

(2) LT(LiTaO₃)やLN(LiNbO₃)等を基板とした分極反転型導波路素子を用いて、半導体レーザーを直接波長変換する方法

がある。波長変換を使った場合、得られるグリーン、ブルー光がその出力変化に対し波長シフトが起こることはない。

【0004】 しかしながら固体レーザーは、その吸収スペクトル(中心波長809nm)の幅が半値で2nm程度と小さく、また分極反転型導波路素子もその位相整合の波長許容幅が0.2nmと厳しい。そのため半導体レーザーの発振波長を温度により制御しなければならず、安定な発振及び波長変換を行うことが困難であった。

【0005】 光通信分野でも周辺温度が変化しても安定に単一縦モードで発振する半導体レーザーが要求されていて、半導体レーザーを安定に発振させる方法として外部共振器型半導体レーザーが有力視されている(朝倉他、昭和62年度電子情報通信学会全国大会)。

【0006】 外部共振器型半導体レーザーのように、回折格子により半導体レーザーの波長をある特定の波長に固定し、固体レーザーや分極反転型導波路素子の励起光として用い、安定なグリーンやブルー光が報告されている(北岡、山本他、平成4年度秋季応用物理学会)。

【0007】 その概略構成図を図1、2に示す。

【0008】 概略構成図1において、101は0.81μm帯の50mW級AlGaAs半導体レーザー、102はコリメートレンズ、103はフォーカシングレンズ、104は半導体レーザーの光軸に対してθだけ傾斜して設置された回折格子であり、その反射型の回折格子104は、次式ピッチdを持つ直線形状の回折格子である。

$$[0009] d = \lambda / (2 \sin \theta) \quad (1)$$

ここで用いられた回折格子は1800本/mmのピッチのものである。半導体レーザーの端面105から放射された光はN.A.=0.5のコリメートレンズ102により平行光にされ回折格子104の波長分散効果によりある特定の波長だけが半導体レーザーの端面105に集光され活

性層106に帰還し、残りは反射光（0次回折光）として、焦点距離f=14.5mmのフォーカシングレンズ103によりNd:YVO₄107の端面108に集光される。出力ミラー109とNd:YVO₄107の端面108で共振した基本波は非線形光学結晶KTP110により波長変換され出力ミラー109より出射される。

【0010】概略構成図2において、201は0.83μm帯の100mW級AlGaAs半導体レーザー、202はコリメートレンズ、203は入／2板、204はN.A.=0.6のフォーカシングレンズ、205は半導体レーザーの光軸に対してθだけ傾斜して設置された回折格子である。回折格子205の形状は（1）式で与えられるピッチをもつ直線形状で、1800本/mmのピッチである。半導体レーザー201の後端面206には高反射率コートが施してある。半導体レーザーの端面207から放射された光はN.A.=0.5のコリメートレンズ202により平行光にされ回折格子205の波長分散効果によりある特定の波長だけが半導体レーザーの端面207に集光され活性層208に帰還し、残りは反射光（0次回折光）として入／2板203で偏向方向を回転させフォーカシングレンズ204で導波路端面209に集光され、周期3.7μmの分極反転層をもつ分極反転導型波路210を伝搬した光は波長415nmに波長変換され、導波路端面211より出射される。

【0011】このようにして、低ノイズで時間的にも安定なグリーン、ブルー光源が実現できる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】可視光半導体レーザーにおいて注入電流の変化に伴う波長変化を防ぐため回折格子により半導体レーザーの波長をある特定波長に固定するときや、概略構成図1、2のように回折格子により半導体レーザーの発振波長を固体レーザーの吸収スペクトル内や分極反転素子の位相整合波長に固定する場合、活性層に帰還する光が活性層端面上に焦点を結ぶと半導体レーザーの縦モード单一化が図れ、狭いスペクトル幅も実現できる。しかし、活性層端面上で焦点を結ぶ場合、各光学部品の位置決め精度が厳しく、またスペクトルが狭いと少しの光学系のズレで固体レーザーの吸収から外れたり位相整合から外れたりし、装置自体が振動や熱膨張等にも弱くなる。通信用で用いる場合狭スペクトルが必要とされるが、光ディスク、レーザープリンタ用光源や、固体レーザー、分極反転型素子の励起用光源として用いる場合、発振波長の固定だけが必要とされ狭スペクトルはあまり必要とされない。

【0013】本発明は以上示したような回折格子をもつ半導体レーザーの課題を克服し、安定なレーザー光源を提供することを目的とする。

【0014】

$$\Delta \lambda = \lambda^2 / (2 n L)$$

ここで入は半導体レーザーの発振波長、nは活性層の屈

【課題を解決するための手段】本発明は、（1）半導体レーザーとフィードバックをかけるための回折格子を備え、回折格子の波長分散効果により半導体レーザーの活性層に光帰還させる光学系において、帰還する光が活性層端面でデフォーカス状態にし、光学系全体を振動や膨張に対し安定にレーザー光を得ようとするものである。

【0015】また本発明は、（2）半導体レーザーと前記半導体レーザーから出射される光をコリメートするレンズとフィードバックをかけるための回折格子を備え、回折格子の波長分散効果により半導体レーザーの活性層に光帰還させる光学系において、コリメートレンズにより活性層に帰還する光が活性層端面でデフォーカス状態にし、光学系全体を振動や膨張に対し安定にレーザー光を得ようとするものである。

【0016】また本発明は、（3）半導体レーザーとフィードバックをかけるための回折格子を備え、回折格子の波長分散効果により半導体レーザーの活性層に光帰還させる光学系において、回折格子のグレーティング周期が分割構造またはチャーブ構造をもち、光学系全体を振動や膨張に対し安定にレーザー光を得ようとするものである。

【0017】また本発明は、（4）半導体レーザーと前記半導体レーザーから出射される光をコリメートするレンズとフィードバックをかけるための回折格子を備え、回折格子の波長分散効果により半導体レーザーの活性層に光帰還させる光学系において、回折格子のグレーティング周期が分割構造またはチャーブ構造をもち、光学系全体を振動や膨張に対し安定にレーザー光を得ようとするものである。

【0018】

【作用】本発明は、回折格子と半導体レーザーを組み合わせ、回折格子の波長分散効果により半導体レーザーの波長を固定する時に、活性層に帰還する光を半導体レーザーの活性層端面上に焦点を結ぶように集光せず、デフォーカス状態にすることで、スペクトルをマルチ化し安定な励起を供給し、同時に装置全体を振動や熱膨張等の環境変化に対して安定な光源が実現できる。

【0019】また、回折格子のグレーティング周期を分割構造またはチャーブ構造にすることで、同様に安定な光源を実現できる。

【0020】

【実施例】本発明の回折格子から帰還する光を半導体レーザーの活性層端面上でデフォーカス状態にする光学系について概略構成図6と図3を用いて説明する。

【0021】図6のコリメートレンズ602は、N.A.=0.5（開口径5mm、f=4.3mm）である。また、半導体レーザー601の共振器長は600μmである。縦モードのモード間隔△入は次式で表され、

$$(2)$$

50 折率、Lは共振器長である。計算すると用いられた半導

体レーザーの $\Delta\lambda$ は0.18nmである。ピッチ1800本/mmの回折格子を用いたとき、この $\Delta\lambda$ に対する波長分散角は0.015degであり、となりの縦モードは活性層端面では1.14μm離れた点に集光される。

【0022】次にN.A.=0.5のレンズで集光したときの焦点でのスポット径 ϕ は次式で表され、

$$\phi = 0.82 * \lambda / N.A. = 1.32 \mu m \quad (3)$$

である。以上、半導体レーザーの端面上での集光スポット径と波長分散の関係を図3(a)に示す。図からわかるように隣の縦モードの光は活性層内に帰還しないので隣のモードを抑制でき单一化を図ることができる。

【0023】ここでコリメートレンズ602を光軸方向に3μm及び10μm移動させ、デフォーカス状態にしたときの様子を図3(b)(c)に示す。隣の縦モードの光も活性層内に帰還し、半導体レーザーの発振状態は図7(a)のようにマルチ化した。

【0024】図3(a)の状態では、活性層の横方向(矢印方向)に対する回折格子の角度調節が困難であるが、(b)(c)の状態では少しのズレに対しても活性層内に帰還する。また縦モード単一状態に固定した場合、少しの回折格子のずれにより、固体レーザーの吸収から外れたり、分極反転素子の位相整合から外れたりする。しかし

$$x^2 + (y - f \sin \theta)^2 = (m\lambda / 2 + f)^2 - (f \cos \theta)^2 \quad (4)$$

ここでx, yは回折格子の形成される平面基板上の直交座標であり、fは活性層端面と直交座標の原点との距離、θは活性層端面と原点を結ぶ軸と回折格子の形成された平面基板の垂線とのなす角、λは半導体レーザーの発振波長、mは整数である。

【0028】概略構成図6において、回折格子602のピッチは均一に作られている。図5(a)のように分割構造や(b)のようにチャーブ構造を形成することでコリメートレンズをデフォーカスせずに半導体レーザーの発振スペクトルを図7(a)のようにマルチ化でき、かつ発振波長を固定することができた。

【0029】図5(a)の概略図は分割数が3の時であり、回折格子の描画領域9mm角に対し各分割領域の長さは3mmである。分割領域サはグレーティングの数は1799本/mmであり、サ及びシの周期はそれぞれ1800本/mm、1801本/mmである。領域サから波長809nmの光が帰還したとき、領域サからは波長809.4nmが領域シからは波長808.6nmの波長の光が帰還し、半導体レーザーの発振の縦モードをマルチ化することができた。

【0030】また、図5(b)はグレーティング周期をチャーブ構造に形成した時の概略図を示している。回折格子の描画領域は9mm角であり、左端のピッチは555nmで右端のピッチは556nmでありリニアなチャーブ構造になっている。半導体レーザーの発振スペクトルは約2nmに広がった。

【0031】本発明のコリメートレンズをデフォーカス

この様に焦点深度以上にデフォーカス状態にすることで、半導体レーザーの発振スペクトルはマルチ状態になり安定に固体レーザーや分極反転素子を励起することができ、回折格子の調整も容易で、振動や熱膨張に対しても安定に発振波長を固定することができた。

【0025】概略構成図6ではコリメートレンズを用いた構成になっているが、コリメートレンズがない構成においても同様の効果が得られた。この場合、回折格子602の形状が直線形状ではなく、円的一部分となる。

【0026】図4を用いて回折格子の設計原理を示す。回折格子の形成される平面基板上にx, yの直交座標系を仮定し、光の発散点及び集光点となる活性層端面Pが前記座標の原点からの垂線に対し、y軸方向にθの角をなす線上に存在し、且つ距離fの位地に存在するとする。Pから放射した光は回折格子上の点Gに到達し反射されてP点に戻る時、その光の位相が揃うように回折格子が形成されている。即ち、

$$2PG = m\lambda + (定数) \quad (4)$$

ここでPGは点Pと点Gの距離、λは半導体レーザーの波長、mは整数である。原点における前記定数の零とすると式のようになる。

【0027】

$$x^2 + (y - f \sin \theta)^2 - (f \cos \theta)^2 = (m\lambda / 2 + f)^2 - (f \cos \theta)^2 \quad (5)$$

したり回折格子を分割構造やチャーブ構造にすることで発振縦モードをマルチ化した半導体レーザーは、注入電流の変化に対する波長シフトも起こらずある特定の波長に固定されるため、レンズの色収差に関係なく光ディスクやレーザープリンタ用の光源として用いることができた。また固体レーザーや分極反転型導波路素子の励起光として、グリーンやブルーの発生実験を行ったところ、得られた光は環境変化や外部からの振動に強く安定であった。

【0032】また、本実施例では回折格子を半導体レーザーの出射側に設置した構成について説明したが、回折格子を半導体レーザーの後部に設置した構成においても、コリメートレンズをデフォーカスしたり回折格子を分割構造やチャーブ構造にすることで、発振縦モードマルチ化が図れ本実施例と同じ効果が得られた。

【0033】また、図5(a)において各分割領域から半導体レーザーの活性層に帰還する光の光量が同じになるように領域の面積や回折効率を考慮してグレーティングを設計すると、図7(b)のようにマルチモード化した半導体レーザーの各縦モードに対する出力強度が同じになり、モード競合が低減でき、より安定に発振した。

【0034】

【発明の効果】本発明は、可視光及び赤外半導体レーザーと回折格子を組み合わせ、半導体レーザーから出射される光の一部分を回折格子により光帰還し発振波長を固定する系において、コリメートレンズをデフォーカス状態にしたり、回折格子のグレーティング周期を分割構造

またはチャーブ構造にすることで、縦モードをマルチ化することができた。この光源はレンズの色収差にも関係なく光ディスクやレーザープリンタ用光源に用いることができ、また固体レーザーや分極反転導波路素子を安定に励起すると共に、環境変化や外部からの振動に対して強い光源が得られので、低ノイズで安定な光源が必要とされる光ディスク用の光源を実現できその実用的効果は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の回折格子により発振波長を固定した半導体レーザーと内部共振器型固体レーザーを組み合わせた短波長光源の概略構成図である。

【図2】本発明の回折格子により発振波長を固定した半導体レーザーと分極反転型導波路素子を組み合わせた短波長光源の概略構成図である。

【図3】(a) 本発明の回折格子により帰還した光が半導体レーザー活性層端面上で集光状態時の、帰還光ビームプロファイルの概略図である。

(b) 本発明の回折格子により帰還した光が半導体レーザー活性層端面上で $3 \mu\text{m}$ デフォーカス時の、帰還光ビームプロファイルの概略図である。

(c) 本発明の回折格子により帰還した光が半導体レーザー活性層端面上で $10 \mu\text{m}$ デフォーカス時の、帰還光ビームプロファイルの概略図である。

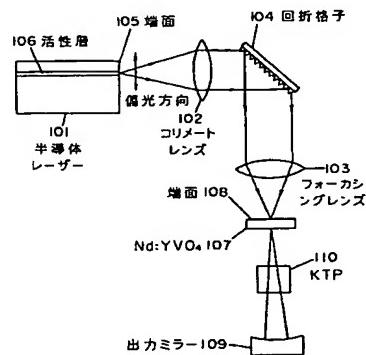
【図4】回折格子の設計原理図である。

【図5】(a) 本発明のグレーティングの周期が分割構造である回折格子の概略図である。

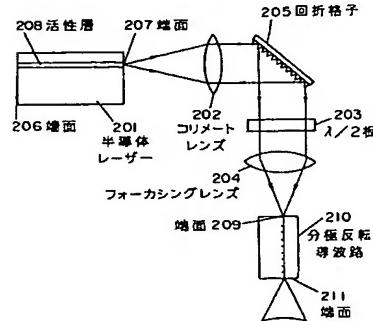
(b) 本発明のグレーティングの周期がチャーブ構造である回折格子の概略図である。

【図6】本発明の回折格子により発振波長を固定した半導体レーザーの概略構成図である。

【図1】



【図2】



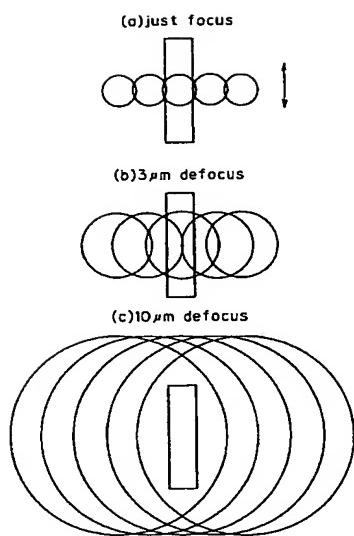
【図7】(a) 回折格子により半導体レーザーがマルチ化した時の縦モードスペクトルである。

(b) グレーティングの領域面積や回折効率を考慮して回折格子により半導体レーザーがマルチ化し各縦モードの強度が同じであるときの縦モードスペクトルである。

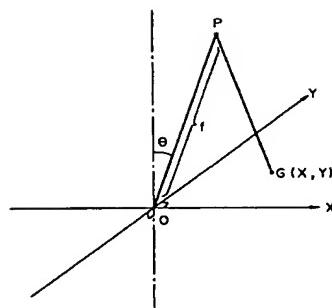
【符号の説明】

- | | |
|-----|---------------------|
| 101 | 半導体レーザー |
| 102 | コリメートレンズ |
| 103 | フォーカシングレンズ |
| 104 | 回折格子 |
| 105 | 端面 |
| 106 | 活性層 |
| 107 | Nd:YVO ₄ |
| 108 | 端面 |
| 109 | 出力ミラー |
| 110 | KTP |
| 201 | 半導体レーザー |
| 202 | コリメートレンズ |
| 203 | $\lambda/2$ 板 |
| 204 | フォーカシングレンズ |
| 205 | 回折格子 |
| 206 | 端面 |
| 207 | 端面 |
| 208 | 活性層 |
| 209 | 端面 |
| 210 | 分極反転導波路 |
| 211 | 端面 |

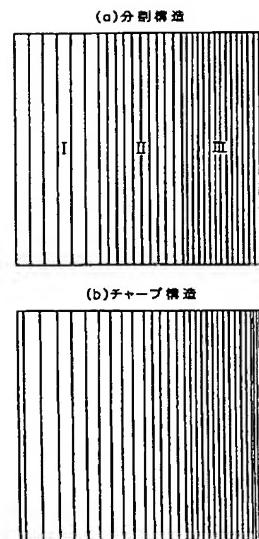
【図3】



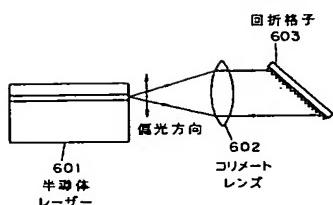
【図4】



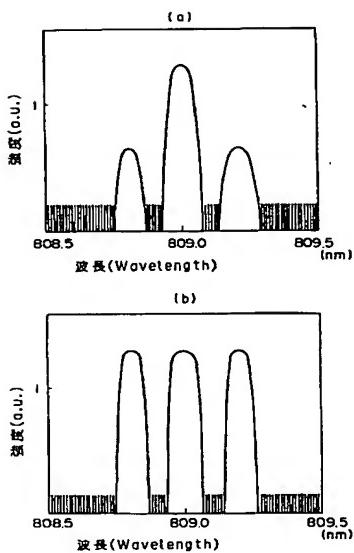
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵ 識別記号 庁内整理番号 F I 標記表示箇所
H 01 S 3/13 8934-4M

(72) 発明者 加藤 誠
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内